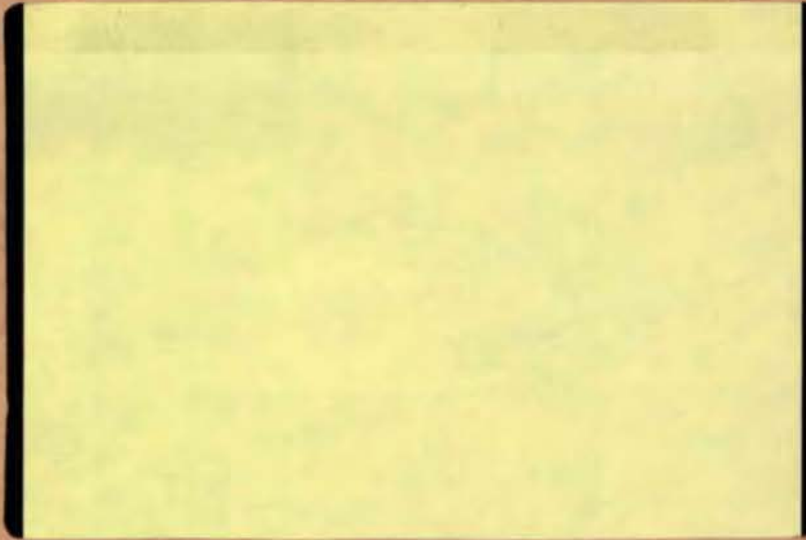


42

R-1092

SO.D-6

NORGES GEOTEKNISKE INSTITUTT
Norwegian Geotechnical Institute



FORSKNINGSVEIEN 1, OSLO 3 — TLF. 69 58 80

Punktet B 1
er ikke med på
jordig kart for
D 6.

SO.D6, B7

Tilhører Undergrundsstatistik
Ma ikke lånes

NORGES GEOTEKNISKE INSTITUTT
Norwegian Geotechnical Institute

Bekkelaget II

Kloakkrenseanlegg i fjell, grunnundersøkelser.

71622-1

13. juli 1972

FORSKNINGSVEIEN 1, OSLO 3 — TLF. 69 58 80

INNHOLDSFORTEGNELSE.

INNLEDNING.

GEOLOGI.

Generell beskrivelse.

Grunnfjellsbergarter.

Permiske eruptivganger.

Tektonikk

UTFØRTE OG PROSJEKTERTE ANLEGG I EKEBERGÅSEN.

Anleggenes plassering og orientering.

Utforming.

Sikringsarbeider.

SEISMISKE UNDERSØKELSER.

KJERNEBORINGER.

Undersøkelse av kjernene.

Vanngjennomgangsmålinger.

INGENIØRMESSIGE VURDERINGER.

Sammenfatning av grunnforholdene.

Plassering.

Orientering.

Dimensjonering.

DRENASJE OG LEKKASJEFORHOLD.

ANTATT SIKRINGSOMFANG.

Renseanlegget.

Adkomstparti.

SAMMENDRAG.

Tegninger.

- Nr. 01 Geologisk kart med sprekkerose og profiler. M = 1:5000.
- " 02 Plassering av borehull og seismiske profiler. M = 1:5000.
- " 03 Fotografier av soner med lekkasje, forvitret og oppknust fjell.
- " 04 Kjerneboringer. Fotografier av hull B-1.
- " 05 Borekjernebeskrivelse B-1.
- " 06 Kjerneboringer. Fotografier av hull B-2.
- " 07 Borkjernebeskrivelse B-2.
- " 08 Kjerneboringer. Geologisk profil. Hull B-3.
- " 09 Kjerneboringer. Fotografier av hull B-3.
- " 10 Borkjernebeskrivelse. Hull B-3.
- " 11 Forslag til plassering av anlegget. M = 1:1000.
- " 12 Utførte og prosjekterte anlegg i Ekebergåsen. M = 1: 10.000.

INNLEDNING.

Etter oppdrag fra Oslo Kommunes Geotekniske Kontor (R-1092) har Norges geotekniske institutt foretatt en geologisk undersøkelse for fjellanlegg i forbindelse med Bekkelaget kloakkrenseanlegg, bygge-trinn II. I forbindelse med undersøkelsene er det utført seismiske refraksjonsmålinger ved A/S Geoteam (rapport 3419-01 datert 25/2-72) og kjerneboringer med vanngjennomgangsmålinger ved A/S Grunnboring. Kjernene er registrert og analysert ved instituttet. Erfaringer fra utførte fjellanlegg i området er innhentet av NGI og samlet i et eget kapitel i rapporten. I det følgende gis en rapport over resultatene av undersøkelser og ingeniørmessige vurderinger på grunnlag av disse.

GEOLOGI.

Denne geologiske oversikt bygger på feltarbeid i månedsskiftet november/desember 1971. Det er dessuten foretatt befaring av en eksisterende kloakktunnel som går sørover fra det nåværende renseanlegget. Det er foretatt flyfototolkning av området, og en del rapporter vedrørende andre fjellanlegg i området er studert

Litteratur som ellers er benyttet:

W.C. Brøgger (1886): Ueber die Bildungsgeschichte des Kristianiafjords. Nyt Magazin for Naturvitenskaberne, 30.

Gudmund Grammeltvedt (1967): Hovedoppgave i geologi ved universitetet i Oslo.

Generell beskrivelse.

I den bratte skråningen på østsiden av Mosseveien er fjellet blottet. Oppe på platået er det en del løsmasser og man finner her bare spredte fjellblotninger. Bergartene i det aktuelle om-

rådet tilhører grunnfjellet, (prekambrisk alder) og et markert tektonisk trekk i området er den store permiske forkastningen som følger østsiden av Oslofjorden. I det undersøkte området følger denne forkastningen omtrent Mosseveien, og danner skillet mellom grunnfjellet og de kambrosiluriske sedimentærbergarter vestenfor.

Grunnfjellsbergarter.

Anlegget vil ligge på østsiden av omtalte forkastning i grunnfjellsbergarter som for det meste er en middelskornet gneis med noe varierende mineralinnhold. En vanlig sammensetning for denne gneisen er:

Kvarts 30-40%

Kalifeltspat ca. 10%

Plagioklasfeltspat 30-40%

Glimmer 20-30%

En noe mørkere granatførende biotittgneis forekommer også. Det er også linser og bånd av amfibolitt som følger gneisens foliasjon. Ut mot den store forkastningen er bergartene oppknust, og det er blitt dannet breksje og mylonitt. Breksjen består av forholdsvis store bergartsfragmenter, mens mylonitten er en meget finknust masse. Disse bergartene virker idag ganske solide da de er sementert av kvarts. Ved Bekkelaget jernbanestasjon er det således en kvartslinse på flere meter. Knusningssonen som følger forkastningen har retning NNV med steilt vestlig fall. Bredden på sonen øst for Mosseveien er noen meter. Oppover den bratte skråningen taper den seg raskt, og mot toppen er det vanlig gneis.

Permiske eruptivganger.

I området er det iaktatt 5 permiske eruptivganger som gjennomsetter grunnfjellsbergartene, men man kan ikke se bort fra at det fins flere.

En eruptivgang går fra sydenden av jernbanetunnelen og i retning NNØ. Den står steilt og er 7-8 m tykk. Ved Sportsplassen trikkeholdeplass er det en 3 m tykk gang med retning N-S. Den faller 70^g i vestlig retning. 100 m SØ for Sportsplassen er det en 30 cm tykk gang retning NNV og fall 60^g i vestlig retning. De andre som er iaktatt er ganske tynne og vil neppe berøre anlegget.

Tektonikk.

Gneisens foliasjon har som regel et strøk NNV og steilt fall mot vest. Noe variasjon forekommer imidlertid på grunn av foldning.

Den store forkastningen med retning NNV er av permisk alder, og mange av de mindre svakhetssonene er såkalte "fiederspalten" som er dannet samtidig med forkastningen. Det er flere systemer med svakhetssoner. Den mest vanlige retningen er N 80^gØ og dessuten finner man soner med retning N 0-10^g og N 160^gØ. Sonene er framstilt i en sprekkerose på fig. 01. Man må imidlertid være oppmerksom på at de fleste målinger av svakhetssoner stammer fra den bratte skråningen øst for Mosseveien. Dette området er sterkt påvirket av forkastningen, og oppsrekningen kan være noe anderledes når man kommer lenger øst, men her er det vanskelig å få observasjoner på grunn av overdekning. Det kan i den forbindelse nevnes at Grammeltvedt i sin hovedoppgave nevner en karakteristisk retning for svakhetssoner på N 40^gØ. Slike soner er ikke iaktatt i det kartlagte området. De fleste svakhetssonene står steilt, men en benkning i skråningen øst for jernbanelinjen er nær parallell med skråningen.

Svakhetssonene er av flere typer. To større soner (kalt knusningssoner på kartet, tegn.nr. 01) har retning N 120-130^gØ. De kan være 10-15 m brede. Langs Parelusveien er det muligens en lignende sone med retning N-S. En del mindre soner med oppknust fjell (bredde ca. 50 cm) er også iaktatt. De har som regel retning ca. N 130^gØ. En del slepper forekommer, men tykkelsen er som regel bare noen få millimeter. De kan ha en mineralfylling av kalkspat, svovelkis

eller kloritt. Langs noen av disse, særlig de med klorittfylling, synes det å ha vært små bevegelser. Leirslepper er nevnt fra de andre anleggene i nærheten. Disse er vanskelig å iakta i dagen, men langs eruptivgangen fra sørenden av jernbanetunnelen synes det å være en slik leirførende sleppe. Utenom dette forekommer det små stikk, og i forkastningssonen er det uregelmessige kvartsfylte sprekker.

UTFØRTE OG PROSJEKTERTE ANLEGG I EKEBERGÅSEN.

En rekke fjellanlegg er utført og prosjektert i Ekebergåsen. Disse er delvis beskrevet i rapporter fra A. Bugge og R. Selmer-Olsen. Tegn.nr. 12 gir en oversikt over anleggene.

Anleggenes plassering og orientering.

For de to typer fjellanlegg i Ekebergåsen, haller og tunneler, er det bare ved prosjekteringen av de nyeste hallene at det er blitt tatt hensyn til antatt gunstigste orientering.

Tunnelene har måttet legges i forholdsvis fastlåste traséer uten særlig hensyn til geologiske og tektoniske forhold. Når det gjelder hallenes orientering, så er det tatt hensyn til hovedforkastningssoner, og "fiederspalten" som går ut fra denne. Det er videre tatt hensyn til foliasjon og detaljoppsrekning. Et forhold som ikke synes å ha hatt betydning for hallenes orientering er bergtrykket. I de rapporter som finnes synes det ikke å ha vært tatt hensyn til dette, og det har heller ikke skapt noen problemer i de anlegg som er bygget.

Nyere utførte og prosjekterte hallanlegg har retning N 75-85^g på tvers av foliasjonen. Lagerhallene ved Ekeberganlegget A/S løper derimot omtrent parallell foliasjonen; hvilket skulle være en relativt ugunstig orientering.

Utforming.

Det er ikke gitt noe direktiv om utforming av hallenes profil ut

fra geologiske forhold i rapporter som forefinnes, men visse retningslinjer med hensyn til spennvidder og pilarbredder får en ut fra de tegninger som følger rapportene.

Ekeberganlegget A/S dekker et areal på 193 m x 132 m og innenfor dette området er det 6 parallelle haller med bredde på 15 m og med 9 m bergfester som i ett tilfelle er økt til 12 m p.g.a. slepper i fjellet. Forholdet mellom pilhøyde og spennvidde er 0.185, altså en ganske flat heng. For prosjekterte haller syd for Ekeberganlegget antyder prof. Selmer-Olsen en avstand mellom hallene på 12-13 m, med utgangspunkt i tegning medfølgende denne rapport synes da hallbredden å settes til 15-16 m.

Ytterligere dimensjonering og utformingsdata har en ikke når det gjelder ovennevnte haller.

Når det gjelder tunnelene er utformingen nærmest gitt av formålet med dem. Jernbanetunnelen som har en bredde på ca. 10 m, er utstøpt i sin helhet.

Kloakktunnel Kværner-Bekkelaget har irregulært tverrsnitt på 12-14 m² har ikke krevd større sikringsarbeider utenom alunpartiet ved Kværner.

Kloakktunnelen mot Ljan har dels fått noe overmasser fra heng sannsynligvis fordi profilet ikke har høy nok bue på hengen, og fordi traséen følger foliasjonen nær hovedforkastninger.

Sikringsarbeider.

Jernbanetunnelen og veitunnelen har måttet legges uten særlig hensyn til geologiske forhold. Disse anlegg ligger lengst ut mot vest i tildels dårlig fjell og det har derfor vært nødvendig å sikre systematisk og de er derfor stort sett utstøpt i hele lengden.

Kloakktunnelen langs Ekebergåsen er bare sikret ved kryssning av svakhetssoner. På de 550 m som instituttet har befart er den på-

sprøytet betong i tre partier på tilsammen ca. 40 m og utstøpt på en strekning ca. 15 m ved krysning av en fiederspalte. Sikringsarbeidet videre er forholdsvis mindre. Kloakktunnelen fra Kværner til Bekkelaget ble i sin tid foreslått sikret over en strekning på 1900 m med tilsammen ca. 50 m sprøytebetong hvorav 25 m ved krysning av en øst-vestgående forkastningssone ved Kværner. Et par små utstøpninger og injeksjon av tre fire vannførende slepper utgjør resten av den foreslåtte sikring av tunnelen.

For hallanleggene har en mindre utfyllende opplysninger om sikringsomfanget, men i Ekeberganlegget A/S er fjellet ikke direkte sikret med unntak av noen få utstøpte sikringsbuer ved en kryssende leir-sone, og et par dusin bolter. Lagerhallene er likevel innebygde både med vegger og hvelv for å sikre mot eventuelle steinfall og vanndrypp.

Ved Ekeberg Oljelager var det såvidt vites heller ikke større vansker med fjellet.

Ut fra de erfaringer en kan trekke fra tidligere utførte anlegg i Ekebergåsen synes det å være få og små vanskeligheter med å sprengte større haller i dette området dersom en tar hensyn til de tektoniske forhold som råder på grunn av den store forkastning langs Mosseveien. En må derfor på forhånd lokalisere de større slepper og sprekker som er dannet, eruptivganger av viss størrelse må registreres, og detaljsprekkemønsteret må taes hensyn til slik at hallene får gunstigst mulig utforming og orientering.

Sammenfattende kan følgende konklusjoner med hensyn på anleggenes plassering og orientering oppsummeres.

1. Anlegg i Ekebergåsen bør ligge østenfor den store forkastningssonens kvartsbreksje.
2. Anleggene bør søkes plassert mellom de store fiederspaltene som har retning ca. N 130^o og ligger i forholdsvis stor avstand fra hverandre.

3. Anleggene bør orienteres mer eller mindre på tvers av foliasjonsretningen, selv om dette ut fra erfaringene fra Ekeberanlegget A/S ikke synes å være særlig utslagsgivende i området.

SEISMISKE UNDERSØKELSER.

Seismiske målinger i tre profiler som er vist på tegn. nr. 02 ble utført i desember 1971 av A/S Geoteam. Formålet med målingene var på den ene side å få lokalisert eventuelle svakere soner med henblikk på plassering av kjerneboringene, på den annen side å få grunnlag for, utfra fjellkvaliteten i de enkelte borehull, å vurdere oppsprekningsgrad i fjellgrunnen mer generelt. De målte skjær- og trykk-bølgehastigheter er dessuten benyttet til beregning av Poissons tall og dynamisk elastisitetsmodul langs profilene. Sammenholdt med sprekketettheten uttrykt med RQD-verdier, kan disse data også gi et anslag på de statiske deformasjonsmoduler.

Resultatene av de seismiske målingene er gitt i A/S Geoteams rapport 3419.01 av 25. februar 1972.

De målte hastigheter er relativt lave for de aktuelle bergarter. Særlig lave hastigheter er målt i dagfjellssonene ned til 15-20 m som må ventes å være tildels forvitret og oppsprukket. Sterkest synes oppsprekningen å være i de vestligste områdene i den bratteste skråningen ned mot Mosseveien. Videre ble det registrert enkelte særlige lavhastighetssoner høyere opp i åsen, tegn.nr. 02. Da lydbølgene ikke når dypere enn 20-25 m under terrengnivå, gir seismikk alene lite opplysning om fjellkvaliteten på større dyp. Den ble undersøkt med kjerneboringer som ble plassert med henblikk på å skjære de nevnte lavhastighetssonene.

KJERNEBORINGER.

Kjerneboringer med vanngjennomgangsprøver ble utført på tilsammen ca. 385 meter borehull-lengde i tre hull plassert som vist på tegn. nr. 02. Plasseringen ble, som nevnt, gjort med henblikk på å få klarlagt karakteren av de partiene som ifølge de seismiske

målinger kunne være relativt dårlig fjell, men som man ved de geologiske markedsundersøkelsene ikke har kunne påvise i terrenget som spesielle svakhetssoner eller dårlig fjell.

Undersøkelse av kjernene.

For å lette oversikten og registreringen er samtlige kjerner blitt fotografert i sine kjernebatter, se tegningene nr. 04, 06 og 09. Fotograferingene er gjort på fuktete prøver som gir klarere mønster og farver. De utborede kjernene er undersøkt med hensyn på bergsammensetning og fjellkvalitet (oppsprekking). Det er ikke observert kjernetap i boreloggen fra A/S Grunnboring. Dette skulle bety at det ikke er andre soner med dårlig fjell enn de observerte.

Fjellkvaliteten er uttrykt ved den såkalte Rock Quality Designation (RQD) som er beskrevet av D.U. Deere. (I "Technical Mechanics and Engineering Geology, 1964 vol. 1 No. 1.) RQD-verdier er et uttrykk for sprekketetthet idet den angir samlet lengde av kjernestykker på 10 cm eller mer i prosent av hele opptakslengden eller vanligvis for hver meter av kjernen. Disse verdier er opptegnet i diagrammet, tegn.nr. 04, 06 og 09.

Deere's klassifikasjonssystem er basert på 55 mm kjernediameter. Kjernene fra Bekkelaget har imidlertid bare 35 mm diameter uten at det er korrigert for dette. RQD-verdiene ville i såfall blitt høyere.

Som en ser av tabell 1 er RQD verdiene likevel høye og angir at fjellkvaliteten er gjennomgående meget god:

Hull	Kjernelengde	Prosentvis fordeling etter RQD-verdier				
		0-25	25-50	50-75	75-90	90-100
B1	135.50 m	0.8	2.2	8.2	15.5	73.3
B2	149.85 m	0.7	3.6	6.7	16.2	72.8
B3	100.45 m	1.0	6.9	21.9	26.8	43.4
Total	385.80 m	0.8	3.9	11.2	18.7	65.4

Tabell 1. Fjellkvalitet klassifisert ved RQD-verdi i % av total kjernelengde.

Bergartsfordeling i borhullene er samlet i tabell 2.

Hull	Kjernelengde	Prosentvis fordeling etter bergarten				
		glimmer gneis	granitt	amfi bolitt	pegma titt	breksje
B1	135.50 m	68.8	0.1	28.2	2.5	0.4
B2	149.85 m	82.8	0.5	12.4	3.9	0.4
B3	100.45 m	66.5	11.3	10.1	11.5	0.6
Total	385.80 m	73.6	3.2	17.5	5.3	0.4

Tabell 2. Bergartsfordeling i prosent av total kjernelengde.

Den geologiske beskrivelsen av kjernene er på grunnlag av kjerneundersøkelsene fremstilt på tegningene 05, 07 og 10. Eventuelle sleppe- og sprekk-fyllingsmaterialer vil vaskes bort under boringen og har ikke kunne undersøkes, men soner av betydning i denne forbindelse er registrert i borkjernebeskrivelsen tegn. nr. 05, 07 og 10. Det kan til slutt her nevnes at det er utført 13 lydastighetsmålinger på kjernestykker av ca. 30 cm lengde fra dypere partier av hullene. Resultatene er satt opp i tabell 3.

Borhull	Seksjoner av borhull	Bergart	Lydhastighet m/s
1.	52, 45-53, 3	Glimmergneis	4320
	125.35-125.92	Amfibolitt	5260
	129.78-130.35	Glimmergneis	4350
2.	34.75-35.05	Kvarts, pegmatitt	4040
	50.27-50.85	Amfibolitt	4940
	98.48-99.10	Glimmergneis	4280
	141.30-142.10	Granitt	4590
	148.30-148.60	Amfibolitt	5310
3.	24.05-24.42	Granitt	med druser 3970 uten druser 4400
	49.25-49.83	Glimmergneis	5190
	95.40-95.90	Glimmergneis	5090
	99.12-100.00	Glimmergneis	5060

Tabell 3. Lydhastigheter målt på borkjernestykker av ca. 30 cm lengde.

Hastighetene sees å variere fra ca. 4300-5100 m/s. for glimmergneisen og fra 4900-5300 m/s. for amfibolitten. Disse hastighetene stemmer med dem A/S Geoteam har målt in situ for dybder under 20-30 meter. Vanligvis vil slike laboratorieprøver, som jo utføres på et prøvestykke av intakt fjell uten makrosprekker, gi høyere verdier enn feltmålinger. Når så ikke er tilfelle her, tyder det på at fjellgrunnens kvalitet i stor grad svarer til borkjerne kvaliteten og altså har få større sprekker eller slepper, noe som forøvrig også de utførte vanngjennomgangsmålinger synes å bekrefte.

Vanngjennomgangsmålinger.

Vanngjennomgangsmålinger, som gir gode indikasjoner på karakteren av eventuelle slepper og sprekker, er utført i alle tre borhull i takt med boringene. Prøvene ble foretatt i 3 meter intervaller mellom borehullbunn og gummipakninger plassert ca. 3 m over bunn. Pumpetrykket er forsøkt holdt på 10 kg/cm² da vanngjennomgangstall vanligvis uttrykkes i "Lugeon" som gir vannstrøm i liter pr. min. pr. meter borhull under konstant trykk på 10 kg/cm². Alle vanngjennomgangstall brukt i denne rapport er omregnet til "Lugeon"-verdier. Tabell 4 gir en oversikt over forekomst av lekkasje i borhullene.

Hull	Kjernelengde	0 Lugeon	0-1 Lugeon	0-10 Lugeon	10 Lugeon
B1	135.50 m	54.5	13.5	32.0	
B2	149.85 m	66.0	24.8	8.2	
B3	100.45 m	26.5	15.4	36.3	21.8
Total	385.80	51.8	18.5	23.3	5.8

Tabell 4. Klassifisering av vannlekkasje i Lugeon i % av total kjernelengde.

Resultatene viser at ca. 52% av 385 m borehull ikke har vanngjennomgang. Ca. 18.5% hadde mellom 0 og 1 Lugeon, ca. 23% mellom 1 og 10 Lugeon og ca. 6% hadde en vanngjennomgang på over 10 Lugeon og disse 6% representerer ca. 22 m av borehull B3.

Vanngjennomgangresultatene er vist på tegning nr. 05, 07 og 10. Det fremgår at de vesentlige lekkasjer korresponderer med oppknust fjell og slepper. Tegn. nr. 03 viser detaljfotografier av slike partier med oppknust fjell som også har ganske stor vanngjennomgang. Stor vanngjennomgang ved relativt lave trykk tyder på åpne sprekker uten leiraktige fyllinger.

Sammenfattende kan om vanngjennomgangsmålingene sies at de har vist at fjellet i det aktuelle anleggsområdet stort sett vil være meget tett, men at enkelte smale svakhetssoner, særlig i de ytre vestlige og nordlige områder, vil være meget vanngjennomslleplige.

INGENIØRMESSIGE VURDERINGER.

Det er forutsatt at man på grunnlag av det innvundne materiale skulle gi en vurdering av den gunstigste plassering, orientering og dimensjonering av bergrom innenfor det stipulerte området.

Da den generelle layout og dimensjonering av anlegget i stor utstrekning allerede er avklaret gjennom de foreløpige planer som foreligger fra A/S Samfunnsteknikk, og som er basert på foreløpige anvisninger angående grunnforholdene, kan det her være hensiktsmessig å innskrenke seg til å kommentere disse planer i lys av de undersøkelser som nå er avsluttet.

Sammenfatning av grunnforholdene.

De foretatte undersøkelser synes å tyde på at det er meget god kvalitet på fjellet i store deler av det området hvor renseanlegget er tenkt plassert.

De seismiske refraksjonsmålingene ga lave hastigheter som tyder på oppknust fjell i de øverste 20-30 m. Det samme gjør da også kjerneboringen som imidlertid viser massivt og tett fjell på dypere nivåer. De større lavhastighetssoner som de seismiske målinger indikerte, er ikke funnet i borehullene 1 og 2, og synes ikke å gå i dybden. Borehull 3 viser imidlertid dårlig fjell med stor lekkasje nedover til ca. kote 25-30. En av årsakene til at

fjellkvaliteten her er dårligere, er forkastningen som har gitt en mylonitt-breksjesone med mere oppsprukket fjell. Dypere ned synes kvaliteten av fjellet å være bedre.

I nordvestre ende av det aktuelle området er det også noen større svakhetssoner, særlig i nærheten av de to små dammer nordvest for Framveien. Dessuten har en her en større diabasgang med retning NNØ som kan få betydning for anleggets plassering.

Plassering.

Renseanleggets haller kan plasseres i et område syd og øst for de minst fremtredende svakhetssoner som antydnet på tegning nr. 01.

I forbindelse med adkomsttunneler, hvis plassering er bundet av topografiske og andre ytre forhold, er det planlagt en "trafikk-maskin" med tilknytning til renseanleggets nordvestre hjørne. Det bør unngås at denne anleggsdel, som har betydelige dimensjoner, blir berørt av de svakhetssoner og den store NNØ-gående diabasgang som er nevnt ovenfor. Dette oppnåes ved å parallelt forskyve hall-anlegget 50-60 m sydøstover i adkomst-tunnelens retning, hvorved trafikk-maskinens beliggenhet blir som vist på tegn. nr. 11.

Orientering.

Hallorienteringen N 50-60° Ø, som tidligere indikert, synes å være den gunstigste.

Dimensjonering.

De angitte dimensjoner for hallene, 17 m spennvidde og ca. 10 m høyde, skulle ikke by på større problemer under de aktuelle forhold. Hallhvelvenes pilhøydeforhold kan antakelig være relativt lavt, hvis overgangen til vegg avrundes noe.

Pilarbredden er forutsatt å være lik spennvidden. Belastningsfaktor for pilarene blir da ca. 2, d.v.s. vertikalspenning blir

ca. 2 x overlagringstrykket.

Konsentrasjonsfaktor for tangentialspenningen rundt hallåpningen vil dreie seg om 2.5. Den samme konsentrasjonsfaktor kan velges også for pilarspenningene uten at tangentialspenningene derved økes.

Da initialspenningene ved rundt 100 m overdekning vil være beskjedne, 25-30 kg/cm², vil en slik belastningsfaktor være forsvarlig selv for de høye pilarer på ca. 25-30 m. Pilarbredde vil da bli ca. 2/3 av hallbredden.

Når det gjelder utforming av anlegget skal det bare knyttes noen bemerkninger til arrangementet av utgjeringstankene i sydvestenden av hallene. Det synes her å være planlagt å plassere betongtanker inne i bergrom av ca. 30 m høyde med spennvidde som for de øvrige haller. I betraktning av at tankene vil få forholdsvis store vanntrykk ville det muligens være fordelaktig å utnytte fjellet til å ta trykket direkte. Utførelsen av vertikale sylindereformede fjelltanker som eventuelt kontaktutstøpes vil være relativt enkel ved å benytte de vanlige metoder med topp- og bunnstoll forbundet med en senter sjakt hvorfra tanken strosses ut fra toppen og nedover med utlastning i bunn av sjakten.

Det er antydnet parvise tanker. Hvis dette ikke er nødvendig av driftstekniske eller funksjonsmessige grunner, kunne ytterligere forenkling oppnås ved å lage bare en slik tank pr. hall-rekke. Med bibeholdelse av høyden ville diameteren for en tank med dobbelt volum måtte økes med ca. 40% og ville da antakelig dreie seg om ca. 22 m. Senteravstanden måtte i så fall økes til ca. 34 m mellom disse slik at minimum 12 m bergfeste opprettholdes.

DRENASJE OG LEKKASJEFORHOLD.

Vanngjennomgangsforsøkene viser at fjellet i hallenes nivå stort sett vil være meget tett. Risikoen for vanninntrengning av en slik art og omfang at det kan være noe problem for anleggsarbeidet eller

anleggets funksjon synes derfor å være liten. Enkelte steder i adkomstpartiet og ved enkelte ganger og slepper vil det likevel måtte regnes med lokale lekkasjesteder hvor det vil være ønskelig eller nødvendig å redusere vanninntrengning f.eks. med injeksjoner.

Et vanligvis viktig spørsmål er anleggenes dreneringseffekt. Selv om det kan forutsettes at grunnvannstanden i anleggsområdet allerede er blitt senket i en viss utstrekning som følge av de eksisterende kloakktunneler, må det likevel regnes med at de planlagte anlegg uvergelig vil føre til ytterligere drenering av tilstøtende områder. Da dreneringseffekten imidlertid neppe kan gjøre seg gjeldende i leirområdene mellom sjøen og jernbanen og løsmassen ellers er ubetydelige, synes det ikke å være noen fare for setnings-skader som følge av drenering. Derimot synes det å være en viss fare for at de to små dammer i bekkefaret nordvest for Framveien, vil kunne bli drenert. De ligger i et område med kryssende svakhets-soner som skjæres av adkomst- og transporttunnelene. Visse partier av disse vil i så fall kreve tetningsarbeider.

Det vil selvsagt også være nødvendig med tetningsarbeider eller utkledning der hvor det kreves dryppfrie, tørre rum i anlegget.

ANTATT SIKRINGSOMFANG.

Renseanlegget.

Det er grunn til å tro at hallene i renseanlegget vil være i hovedsaken selvbærende og bare kreve lokale sikringsarbeider av beskjedent omfang. I kryssningspunktene og i de 30 m høye hallene for gjæringstankene må det forventes å være noe større behov for sikring enn forøvrig i hallene.

Samlet sett for anlegget under ett kan sikringsbehovet antas å bli beskjedent og i det vesentlig begrenset til lokal bolting eventuelt kombinert med sprøytebetong.

Adkomstparti.

For adkomstpartiene som ikke var inkludert i det opprinnelige undersøkelsesområdet, er ikke foretatt seismiske målinger eller boringer for nøyaktige undersøkelser av fjellkvalitet. Basert på geologisk befaring og vurdering av foreliggende kartmateriale og angivelser fra kloakk- og jernbanetunnelene i området, vil tunnel-systemet her gå i tildels oppsprukket og dårlig fjell som særlig i de ytre dagfjellpartier vil kreve full utforing. Svakhetssonene og diabasgangen innenfor vil sannsynligvis også medføre endel lokale stabilitetsforstyrrelser og kan hende også kreve visse tetningsarbeider. Hvis man ikke finner det hensiktsmessig å forskyve trafikmaskinen som antydnet foran, slik at den blir berørt av de nevnte svakhetssoner, bør det også regnes med relativt omfattende sikringsarbeider for denne.

SAMMENDRAG.

Grunnforholdene for kloakkrensaneanlegg i fjell ved Bekkelaget er undersøkt ved geologisk kartlegging, seismiske målinger og kjerneboringer.

Bergarten i anleggsområdet tilhører grunnfjellet og består vesentlig av glimmergneis og amfibolitt. Ut mot den store forkastningen langs Mosseveien er bergartene oppknust og det er blitt dannet breksje og mylonitt. Fragmentene i knusningssonen er imidlertid bundet i en kvartsmasse og bergartene virker i dag forholdsvis solide. Noen få eruptivganger gjennomsetter grunnfjellsbergartene i området.

Det er flere systemer med svakhetssoner. De fleste svakhetssonene står steilt og den fremherskende orientering er N 120-130^g Ø og N 80^g Ø.

Kjerneboringer er utført for å klarlegge karakteren av de relativt svakeste partier ut fra de seismiske målinger. Kjernene og vanngjennomgangsprøvene viser overveiende godt og tett fjell med relativt få større sprekker eller slepper i anleggets nivå.

Renseanlegget inklusive "trafikk-maskinen" i dets nordvestre hjørne bør plasseres syd-øst for de påviste svakhetssoner og en større NNØ-gående diabasgang som antydnet (tegn.nr. 011).

Adkomst- og tilknytningstunnelene er bundet av ytre forhold og vil bli berørt av mindre godt dagfjell og flere svakhetssoner.

Dimensjonene for hallene med 17 m bredde og ca. 10 m høyde skulle ikke by på større problemer under de aktuelle forhold. Bergfestene skulle uten fare for stabiliteten kunne settes til f.eks. ca. 12 m.

Lekkasjeforhold og tetningsbehov.

Vanngjennomgangsforsøkene viser at risikoen for vanninntrengninger av en slik art eller omfang at det kan være noe problem for anleggsarbeidet eller anleggets funksjon er liten. Ved enkelte ganger og slepper kan det likevel være ønskelig å redusere vanninntrengning ved tetningstiltak. Anleggene vil føre med seg drenering av områder ovenfor, men risikoen for skadelige setninger som følge av drenerings-effekten synes å være ubetydelig. Tetningstiltak for eventuelt å hindre drenering av to mindre dammer i bekkefareet vest for Framveien kan bli nødvendig. Ellers vil det naturligvis kreves tetningsarbeid eller utkledning over alt hvor det kreves dryppfrie, tørre rom.

Sikringsomfang.

Det er grunn til å tro at hallene vil være i hovedsaken selvbærende og bare kreve lokale sikringer da kanskje særlig krysningspunktene og de ca. 30 m høye hallene for gjæringstankene.

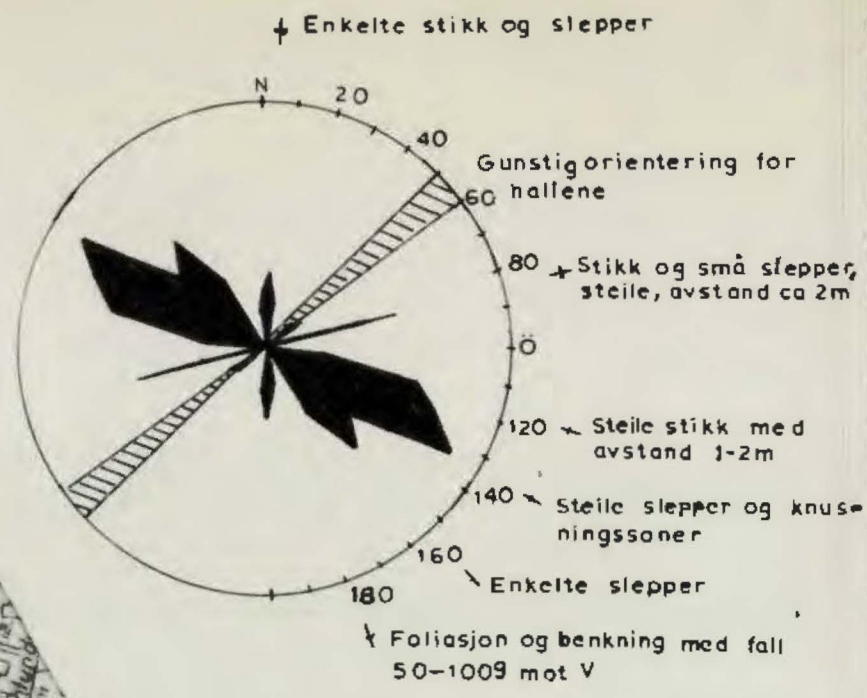
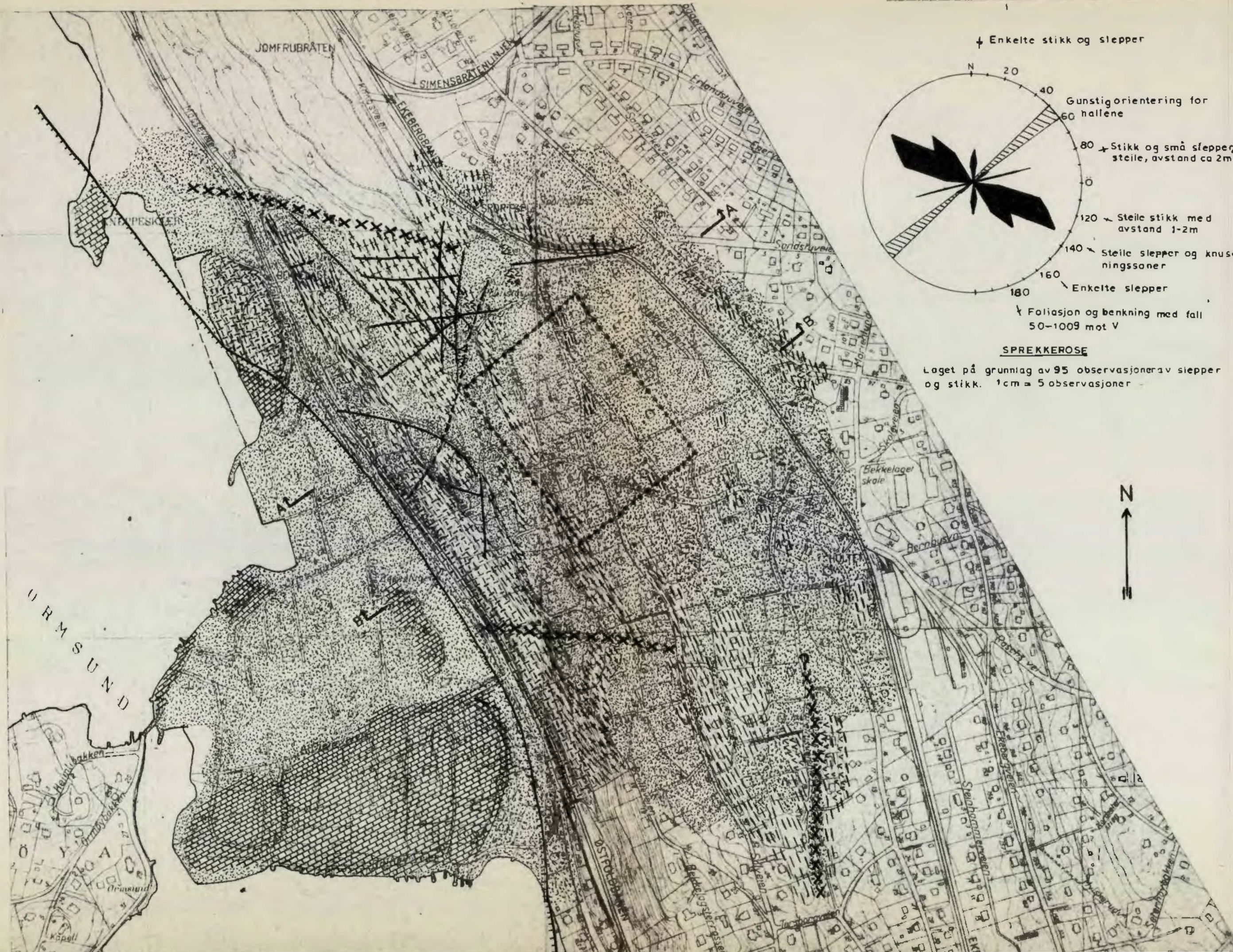
Tunnelene i adkomst-partiet vil gå i tildels dårlig og oppsprukket fjell som særlig i de ytre dagfjellpartier vil kreve full sikring.

Samlet sett for anlegget under ett kan sikringsbehovet antas å bli relativt beskjedent og begrenset til lokal bolting eventuelt kombinert med sprøytebetong.

for NORGES GEOTEKNISKE INSTITUTT

Bjørn Kjærnsli
Bjørn Kjærnsli

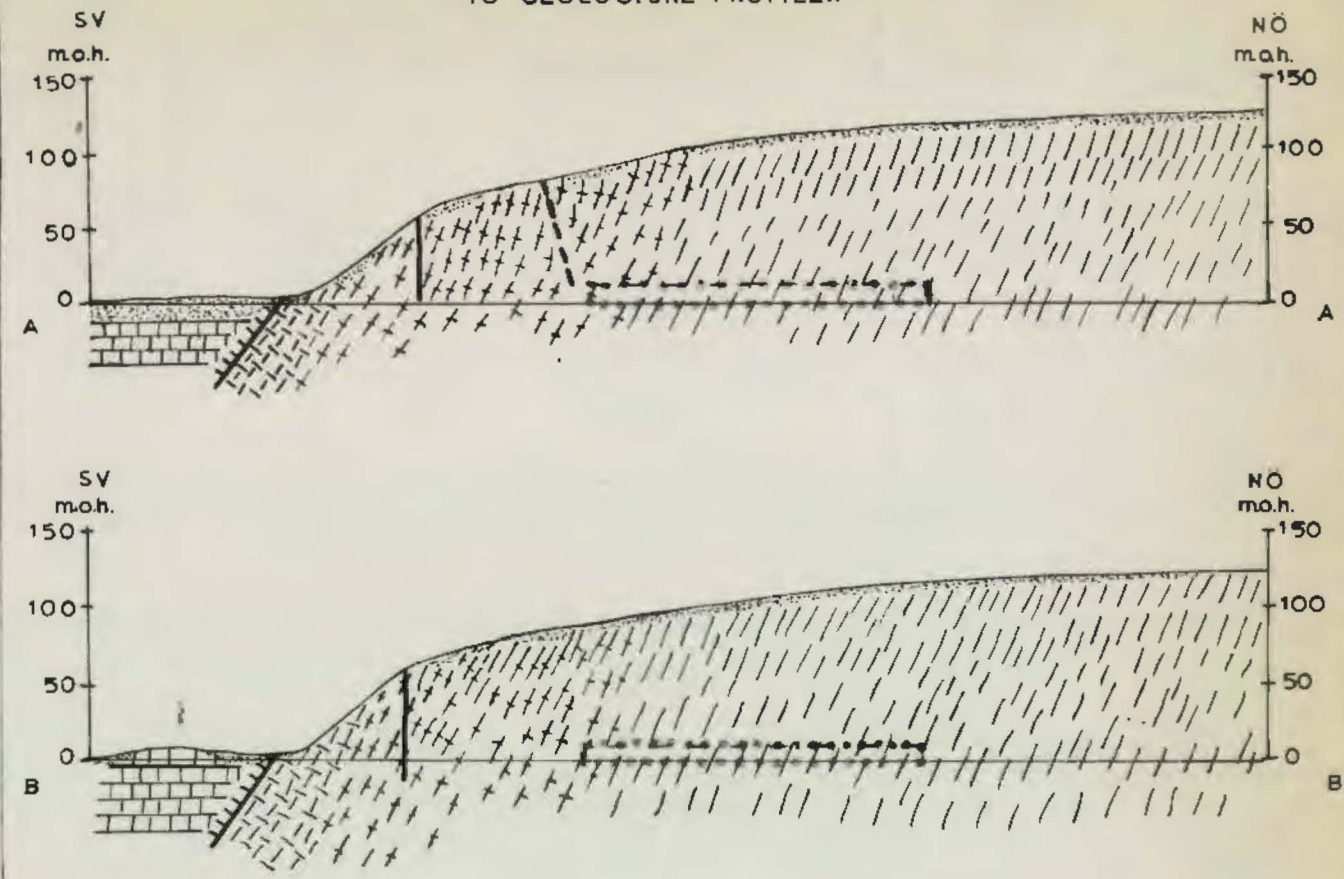
Johnny Lunde
Johnny Lunde



SPREKKEROSE
 Laget på grunnlag av 95 observasjoner av slepper og stikk. 1cm = 5 observasjoner



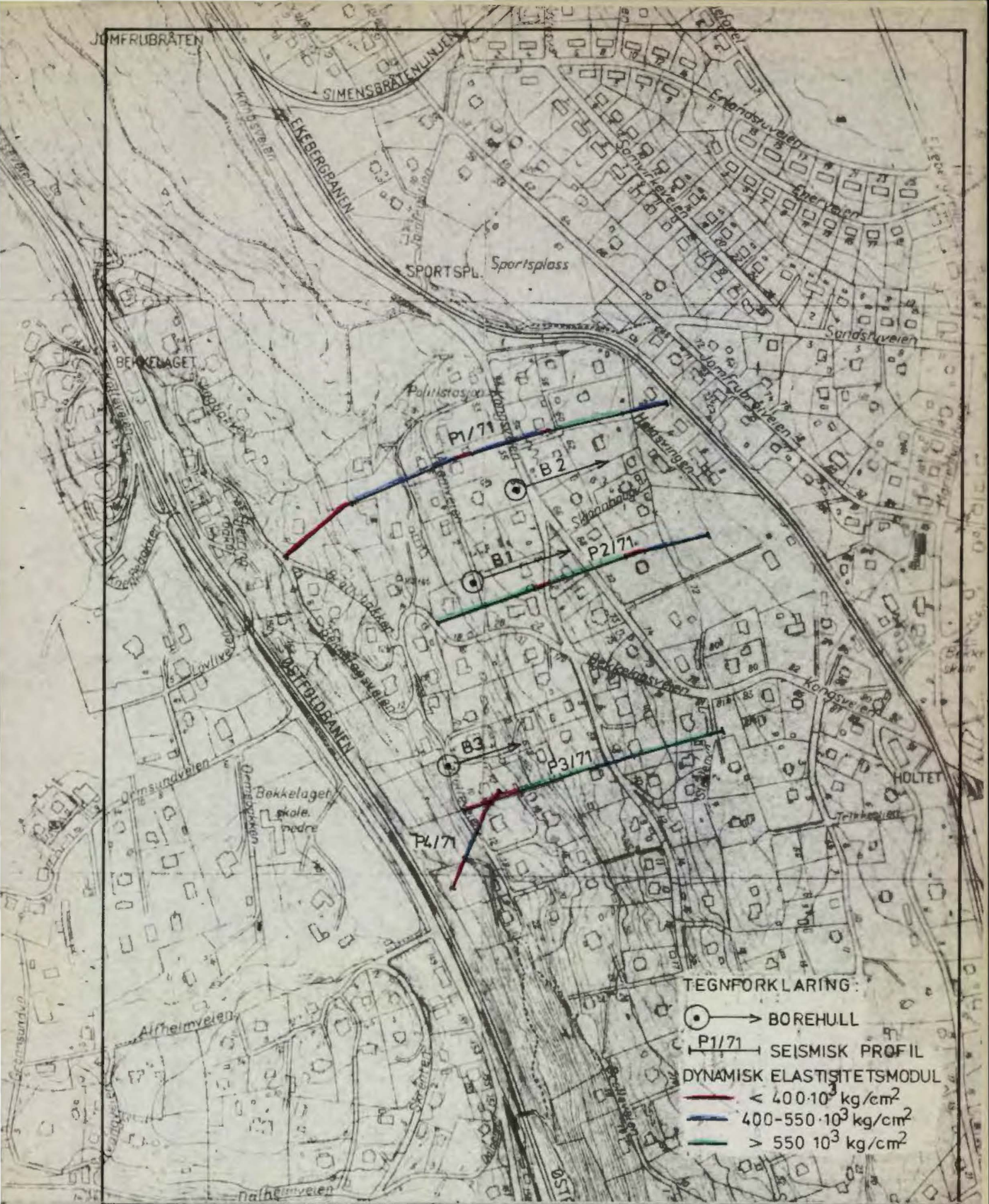
TO GEOLOGISKE PROFILER



TEGN FORKLARING

- Overdekket
- Permisk eruptivgang
- Kambrosiluriske sedimenter (lairskifer og kalk)
- Mylonitt og breksje
- Granittisk gneis
- Amfibolitt og biotittgneis
- Vekslende gneiser
- Stor permisk forkastning
- Knusningssoner
- Store slepper
- Foreslått plassering av anlegget
- Geologisk profil

BEKKELAGET II		Dato	Tegner
Geologisk kart med sprekkerose og profiler		7/7-22	
Målestokk 1:5000		Godkjent	
Norges geotekniske institutt		Oppdr. nr. 71622	
		Tegn. nr. 01	



BEKKELAGET II

PLASSERING AV BOREHULL OG SEISMISKE PROFILER

M = 1:5000

Norges geotekniske institutt

Dato 30.6.72 Tegner

Godkjent *OK*

Oppdr. nr. 71622

Tegn. nr. 02



Foto 1.

66,45-66,70m.

Borehull B1 kasse 7.

Ca.25cm bred sone med forvitret porøs, mørk glimmergneis.

Målestokk:

1rute=0,5cm.



Foto 2.

25,95-26,05m.

Borehull B2 kasse 3.

Ca.10cm bred oppknust sone med kloritt i glimmergneis.



Foto 3.

31,15-31,60m.

Borehull B2 kasse 3.

Sterkt oppknust sone med leire.

Målestokk:

1rute=0,5cm.



Foto 4.

55,50-55,65m.

Borehull B3 kasse 12.

Knust sone med leire.

BEKKELAGET II

FOTOGRAFIER AV SONER MED
LEKKASJE, FORVITRET OG OPPKNUST FJELL

Norges geotekniske institutt

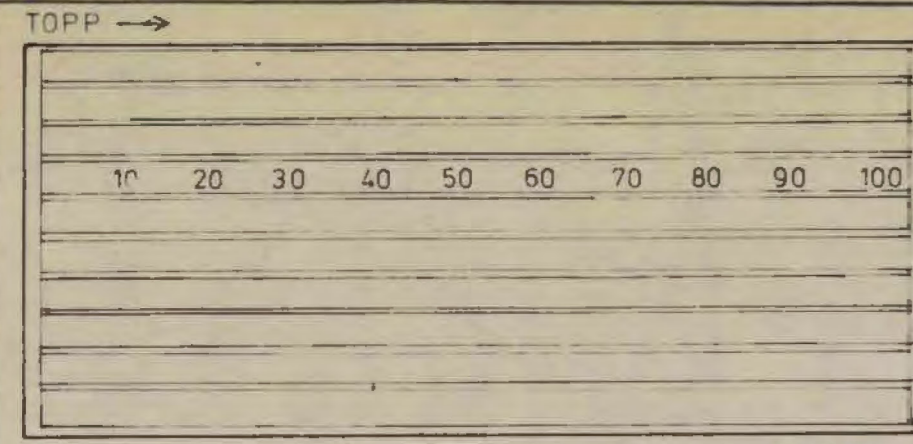
Dato
7/2 - 72

Tegner

Godkjent

Oppdr.
nr. 71622

Tegn.
nr. 03



Linjal 100 cm lang



Kasse 1.
0,40-10,40m.
Gjennomsnittlig
RQD=68%
Min. RQD=17%
(5,40-6,40).



Kasse 2.
10,40-20,40m.
Gjennomsnittlig
RQD=95,5%
Min. RQD=87%
(15,40-16,40).



Kasse 3.
20,40-30,40m.
Gjennomsnittlig
RQD=95,5%
Min. RQD=80%
(27,40-28,40).



Kasse 4.
30,40-40,40m.
Gjennomsnittlig
RQD=90,5%
Min. RQD=59%
(34,40-35,40).



Kasse 5.
40,40-50,40m.
Gjennomsnittlig
RQD=89,5%
Min. RQD=69%
(44,40-45,40).



Kasse 6.
50,40-60,40m.
Gjennomsnittlig
RQD=97%
Min. RQD=87%
(56,40-57,40).



Kasse 7.
60,40-70,40m.
Gjennomsnittlig
RQD=81%
Min. RQD=45%
(64,40-65,40).



Kasse 8.
70,40-80,40m.
Gjennomsnittlig
RQD=83%
Min. RQD=54%
(77,40-78,40).



Kasse 9.
80,40-90,40m.
Gjennomsnittlig
RQD=90%
Min. RQD=57%
(81,40-82,40).



Kasse 10.
90,40-100,40m.
Gjennomsnittlig
RQD=92%
Min. RQD=80%
(94,40-95,40).



Kasse 11.
100,40-110,40m.
Gjennomsnittlig
RQD=96,5%
Min. RQD=85%
(104,40-105,40).



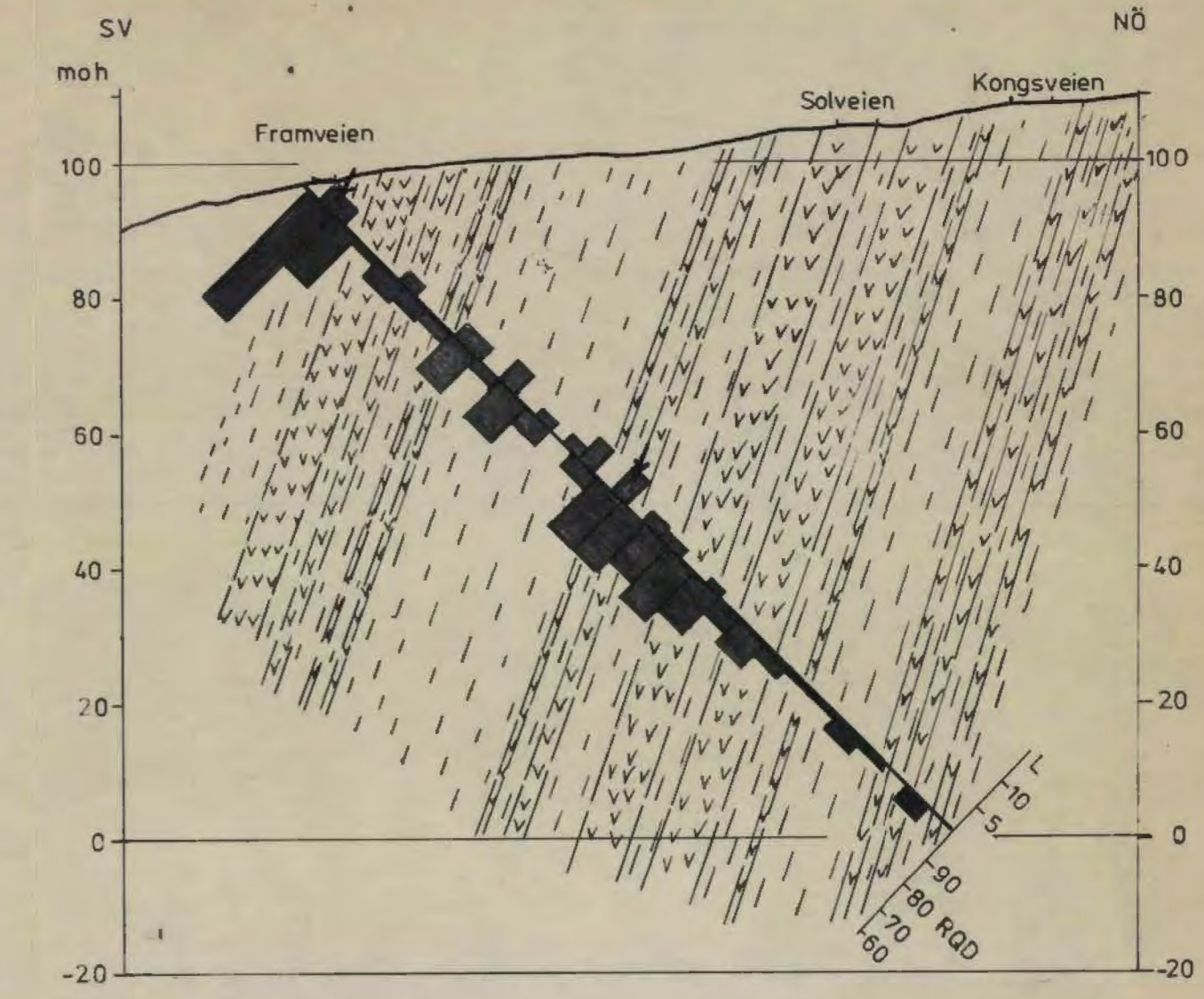
Kasse 12.
110,40-120,40m.
Gjennomsnittlig
RQD=96%
Min. RQD=76%
(119,40-120,40).



Kasse 13.
120,40-130,40m.
Gjennomsnittlig
RQD=98,5%
Min. RQD=92%
(120,40-121,40).



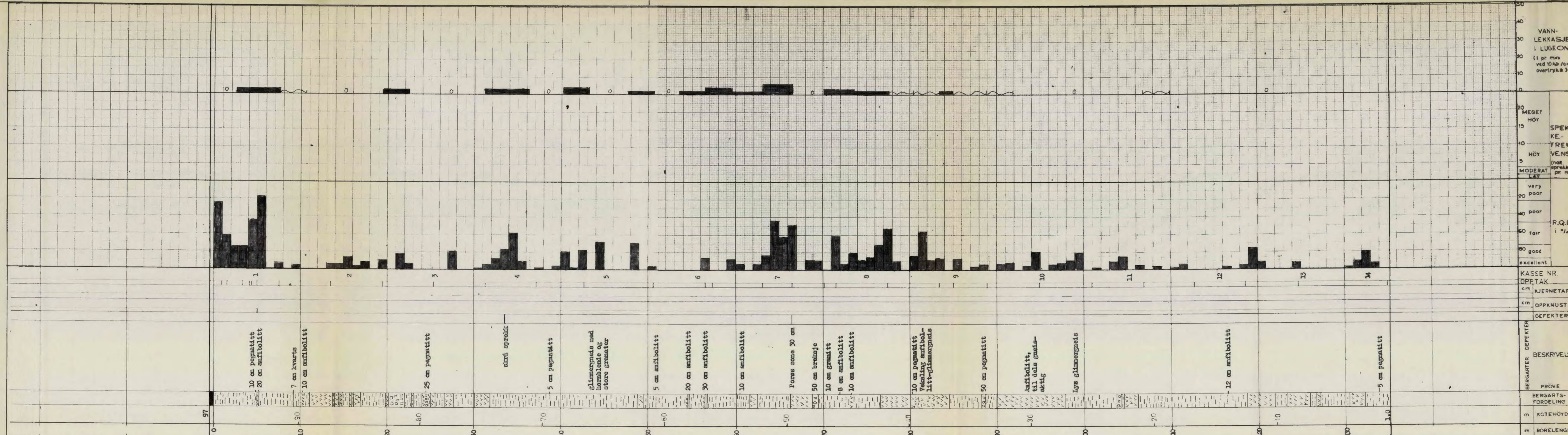
Kasse 14.
130,40-135,70m.
Gjennomsnittlig
RQD=94%
Min. RQD=80%
(132,40-133,40).



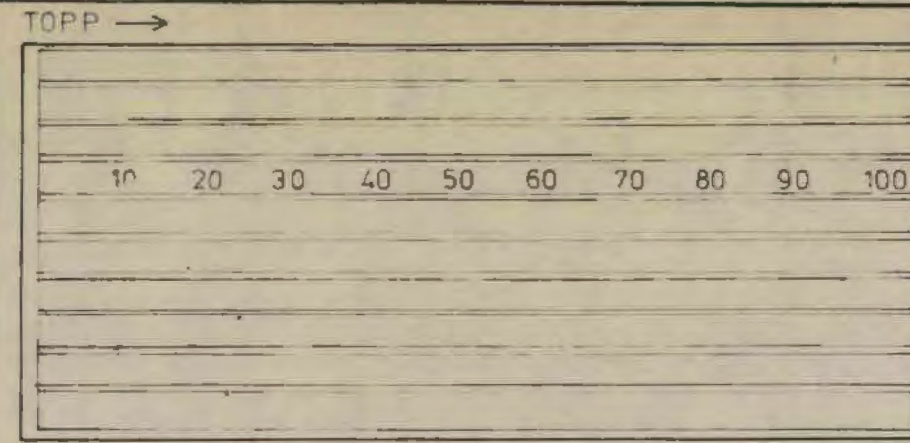
MÅLESTOKK M=1:1000

- Glimmergneis
- Amfibolitt
- Pegmatitt
- Granitt
- Svakhetssoner/porøst fjell

BEKKELAGET II		Dato	29.6.72	Tegner
KJERNEBORINGER		Godkjent		
FOTOGRAFIER AV HULL B-1		Oppdr nr.	71622	
Norges geotekniske institutt		Tegn nr.	04	



<p>97</p> <p>30</p> <p>20</p> <p>10</p> <p>0</p>		<p>1</p> <p>2</p> <p>3</p> <p>4</p> <p>5</p> <p>6</p> <p>7</p> <p>8</p> <p>9</p> <p>10</p> <p>11</p> <p>12</p> <p>13</p> <p>14</p>	<p>10 cm pegmatitt 20 cm amfibolitt</p> <p>7 cm kvarts 10 cm amfibolitt</p> <p>25 cm pegmatitt</p> <p>aldrå sprekk</p> <p>5 cm pegmatitt</p> <p>Glimmergneis med horblende og store granater</p> <p>5 cm amfibolitt</p> <p>20 cm amfibolitt 30 cm amfibolitt</p> <p>10 cm amfibolitt</p> <p>Forsone 30 cm 50 cm breksje</p> <p>10 cm granitt 8 cm amfibolitt 10 cm amfibolitt</p> <p>10 cm pegmatitt Veksling amfibolitt- litt-glimmergneis</p> <p>50 cm pegmatitt</p> <p>Amfibolitt, til dels gneis- aktig</p> <p>Lys glimmergneis</p> <p>12 cm amfibolitt</p> <p>5 cm pegmatitt</p>	<p>KASSE NR.</p> <p>OPPTAK</p> <p>cm KJERNETAP</p> <p>cm OPPKNUST</p> <p>DEFEKTER</p> <p>BERGARTER DEFEKTER</p> <p>BESKRIVELSE</p> <p>PROVE</p> <p>BERGARTS- FORDELING</p> <p>m KOTEHØYDE</p> <p>m BORELNGDE</p>	<p>VANN- LEKKASJE I LUGEON (1 pr min ved 10 kp/cm² overtrykk)</p> <p>MEGET HØY</p> <p>SPEK- KE- FREK- VENS</p> <p>HOY</p> <p>(nat. sprekker pr. m)</p> <p>MODERAT LAV</p> <p>very poor</p> <p>poor</p> <p>R.Q.D. i %</p> <p>fair</p> <p>good</p> <p>excellent</p>	<p>Dato 29.6.72</p> <p>Godkjent</p> <p>Oppdr. nr. 71622</p> <p>Tegn. nr. 05</p>
<p>GLIMMERGNEIS</p> <p>AMFIBOLITT</p> <p>PEGMATITT</p> <p>BREKSJE</p>		<p>GRANITT</p> <p>VANNLEKKASJE < 1 LUGEON</p>	<p>BEKKELAGET II</p> <p>BORKJERNEBESKRIVELSE. B-1</p> <p>Norges Geotekniske Institutt</p>	<p>97</p> <p>30</p> <p>20</p> <p>10</p> <p>0</p>		



Linjal 100 cm lang



Kasse 1.
2, 10-12, 10m.
Gjennomsnittlig
RQD=63%
Min. RQD=10%
(2, 10-3, 10).



Kasse 2.
12, 10-22, 10m.
Gjennomsnittlig
RQD=81%
Min. RQD=37%
(13, 10-14, 10).



Kasse 3.
22, 10-32, 10m.
Gjennomsnittlig
RQD=78%
Min. RQD=43%
(31, 10-32, 10).



Kasse 4.
32, 10-42, 10m.
Gjennomsnittlig
RQD=85%
Min. RQD=72%
(33, 10-34, 10).



Kasse 5.
42, 10-52, 10m.
Gjennomsnittlig
RQD=90%
Min. RQD=60%
(46, 10-47, 10).



Kasse 6.
52, 10-62, 10m.
Gjennomsnittlig
RQD=98%
Min. RQD=90%
(59, 10-60, 10).



Kasse 7.
62, 10-72, 10m.
Gjennomsnittlig
RQD=98%
Min. RQD=95%
(63, 10-64, 10).



Kasse 8.
72, 10-82, 10m.
Gjennomsnittlig
RQD=94%
Min. RQD=80%
(79, 10-80, 10).



Kasse 9.
82, 10-92, 10m.
Gjennomsnittlig
RQD=96%
Min. RQD=85%
(86, 10-87, 10 og
91, 10-92, 10).



Kasse 10.
92, 10-102, 10m.
Gjennomsnittlig
RQD=99%
Min. RQD=95%
(93, 10-94, 10)



Kasse 11.
102, 10-112, 10m.
Gjennomsnittlig
RQD=95%
Min. RQD=62%
(108, 10-109, 10).



Kasse 12.
112, 10-122, 10m.
Gjennomsnittlig
RQD=93%
Min. RQD=77%
(121, 10-122, 10).



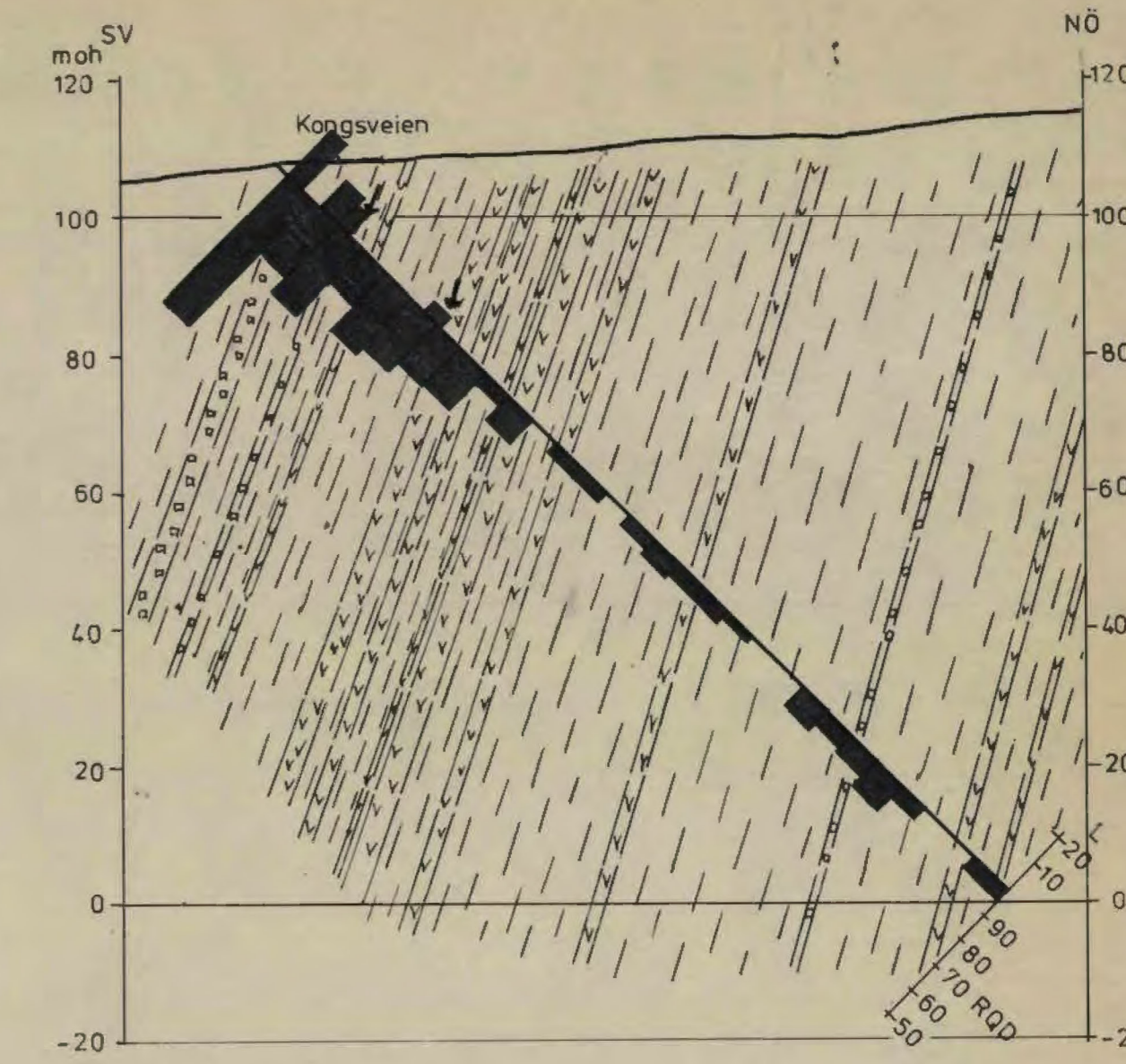
Kasse 13.
122, 10-132, 10m.
Gjennomsnittlig
RQD=93%
Min. RQD=67%
(122, 10-123, 10).



Kasse 14.
132, 10-142, 10m.
Gjennomsnittlig
RQD=100%
Min. RQD=97%
(137, 10-138, 10).



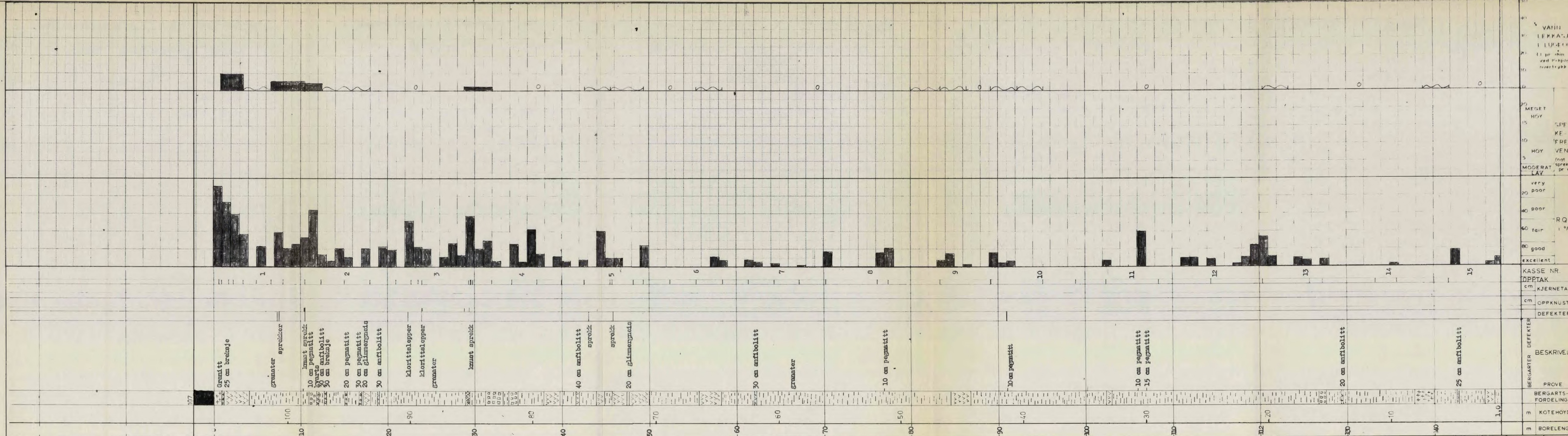
Kasse 15.
142, 10-149, 85m.
Gjennomsnittlig
RQD=96%
Min. RQD=82%
(144, 10-145, 10).



MÅLESTOKK M=1.000

- Glimmergneis
- Amfibolitt
- Pegmatitt
- Granitt
- Svakhetssoner

BEKKELAGET II		Dato	3.7.72	Tegner
KJERNEBORINGER		Godkjent		
FOTOGRAFIER AV HULL B-2		Oppdr. nr.	71622	
Norges geotekniske institutt		Tegn. nr.	06	



VANN
LEKASJE
1 LUGEON
(1 pr. min. ved trykkl. i overtrykk)

MEGET HOY
SPEK. KE. FREK. VENS
(not sprekket pr m.)
MODERAT LAY

very poor
poor
poor
RQD
fair 1%
good
excellent

KASSE NR.
OPPTAK
cm KJERNETAP
cm OPPKNUST
DEFEKTER

BERGARTER DEFEKTER
BESKRIVELSE
PROVE
BERGARTS-FORDELING
m KOTEHOYDE
m BORELENGDE

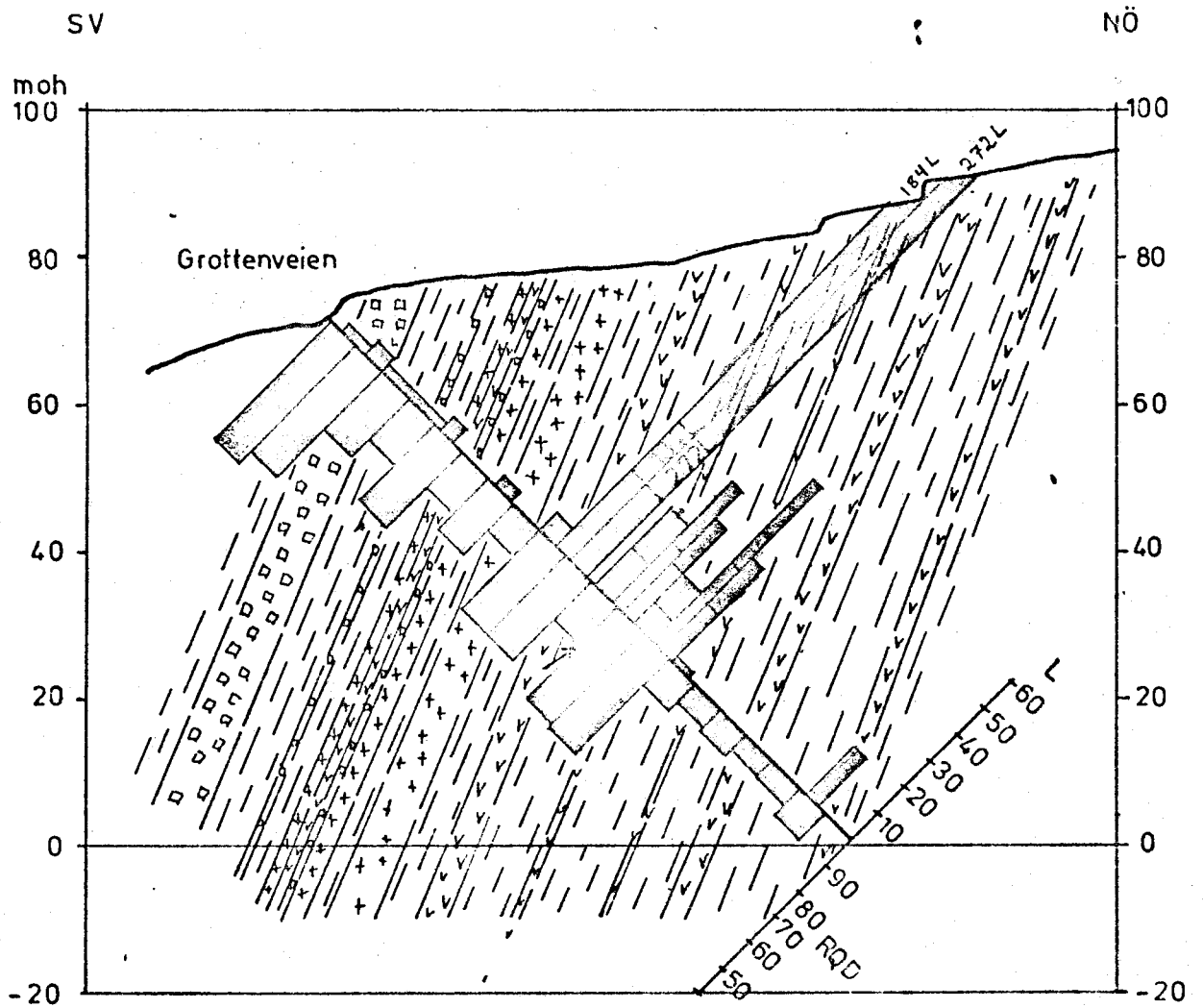
- GLIMMERGNEIS
- AMFIBOLITT
- PEGMATITT
- BREKSJE
- GRANITT
- VANNLEKKASJE < 1 LUGEON

BEKKELAGET II






BORKJERNEBESKRIVELSE. B - 2


Norges Geotekniske Institutt

Date 29. 6. 72
Godkjent
Oppdr nr 71622
Tegn nr 07

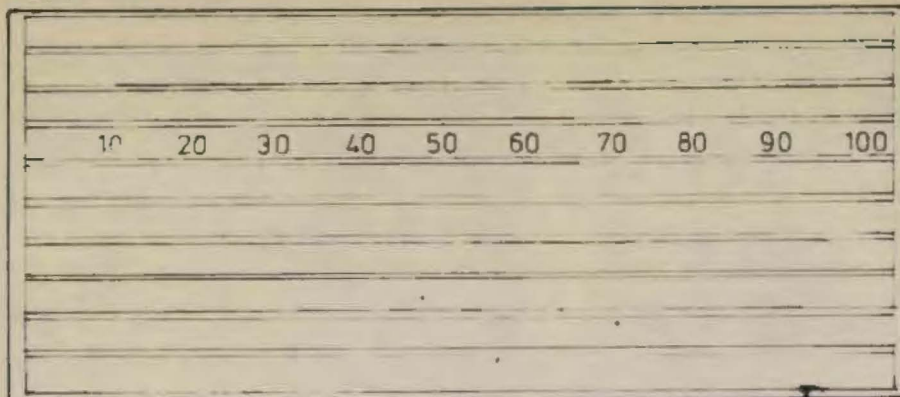


MÅLESTOKK M=1.1000

-  Glimmergneis
-  Amfibolitt
-  Pegmatitt
-  Granitt
-  Svakhetssoner

BEKKELAGET II	Dato	Tegner
	3.7.72	
KJERNEBORINGER	Godkjent 	
GEOLOGISK PROFIL HULL B-3	Oppdr. nr 71622	
Norges geotekniske institutt	Tegn. nr 08	

TOPP →



Linjal 100 cm lang

→ BUNN



Kasse 1 og 2.
0,00-9,00m.
Gjennomsnittlig
RQD=57%
Min.RQD=12%
(0,00-1,00)



Kasse 7 og 8.
29,00-39,00m.
Gjennomsnittlig
RQD=85%
Min.RQD=67%
(33-34)



Kasse 9 og 10.
39,00-49,00m.
Gjennomsnittlig
RQD=72%
Min.RQD=44%
(40-41)



Kasse 15 og 16.
73,00-87,00m.
Gjennomsnittlig
RQD=92%
Min.RQD=75%
(74-75).



Kasse 17 og 18.
87,00-100,45m.
Gjennomsnittlig
RQD=92%
Min.RQD=65%
(92-93).



Kasse 3 og 4.
9,00-19,00m.
Gjennomsnittlig
RQD=78%
Min.RQD=67%
(11,0-12,0)



Kasse 11 og 12.
49,00-59,00m.
Gjennomsnittlig
RQD=80%
Min.RQD=27%
(55-56)



Kasse 5 og 6.
19,00-29,00m.
Gjennomsnittlig
RQD=79%
Min.RQD=37%
(22-23).



Kasse 13 og 14.
59,00-73,00m.
Gjennomsnittlig
RQD=79%
Min.RQD=30%
(62-63).

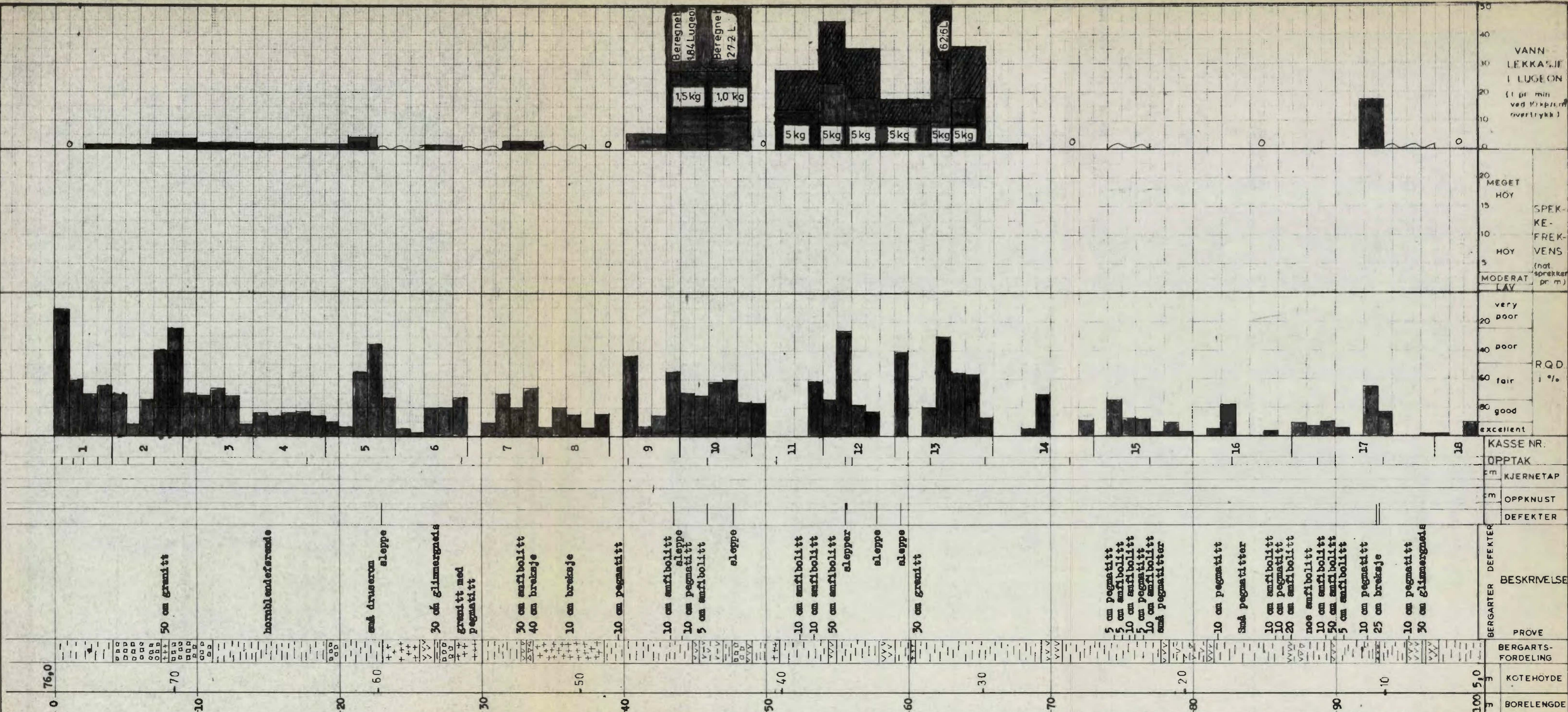
BEKKELAGET II

KJERNEBORINGER

FOTOGRAFIER AV HULL B-3

Norges geotekniske Institutt

Dato	29.6.72	Tegner	
Godkjent			<i>[Signature]</i>
Oppdr. nr.	71622		
Tegn. nr.	09		



Beregnet 164 Lugeon
1,5 kg
Beregnet 272 L
1,0 kg

5 kg 5 kg 5 kg 5 kg 5 kg 5 kg

62.6 L

50 cm granitt

hornblendefersende

små druserne
sleppe

30 cm glimmergneis
granitt med
pegmatitt

30 cm amfibolitt
40 cm breksje

10 cm breksje

10 cm pegmatitt

10 cm amfibolitt
sleppe
10 cm pegmatitt
5 cm amfibolitt

sleppe

10 cm amfibolitt

10 cm amfibolitt

50 cm amfibolitt
slepper

sleppe

sleppe

30 cm granitt

5 cm pegmatitt
5 cm amfibolitt
10 cm amfibolitt
5 cm pegmatitt
10 cm amfibolitt
små pegmatitter

10 cm pegmatitt

Små pegmatitter

10 cm amfibolitt

10 cm pegmatitt

20 cm amfibolitt

10 cm amfibolitt

50 cm amfibolitt

5 cm amfibolitt

10 cm pegmatitt

25 cm breksje

10 cm pegmatitt

30 cm glimmergneis

GLIMMERGNEIS
AMFIBOLITT
PEGMATITT
BREKSJE

GRANITT
VANNLEKKASJE < 1 LUGEON

BEKKELAGET II
Dato 30.6.72
Godkjent
Oppdr nr 71622
Tegn nr 10
Norges Geotekniske Institutt

BORKJERNEBESKRIVELSE. HULL - B3



TEGNFORKLARING

- Permisk eruptivgang
- Svakhetssoner

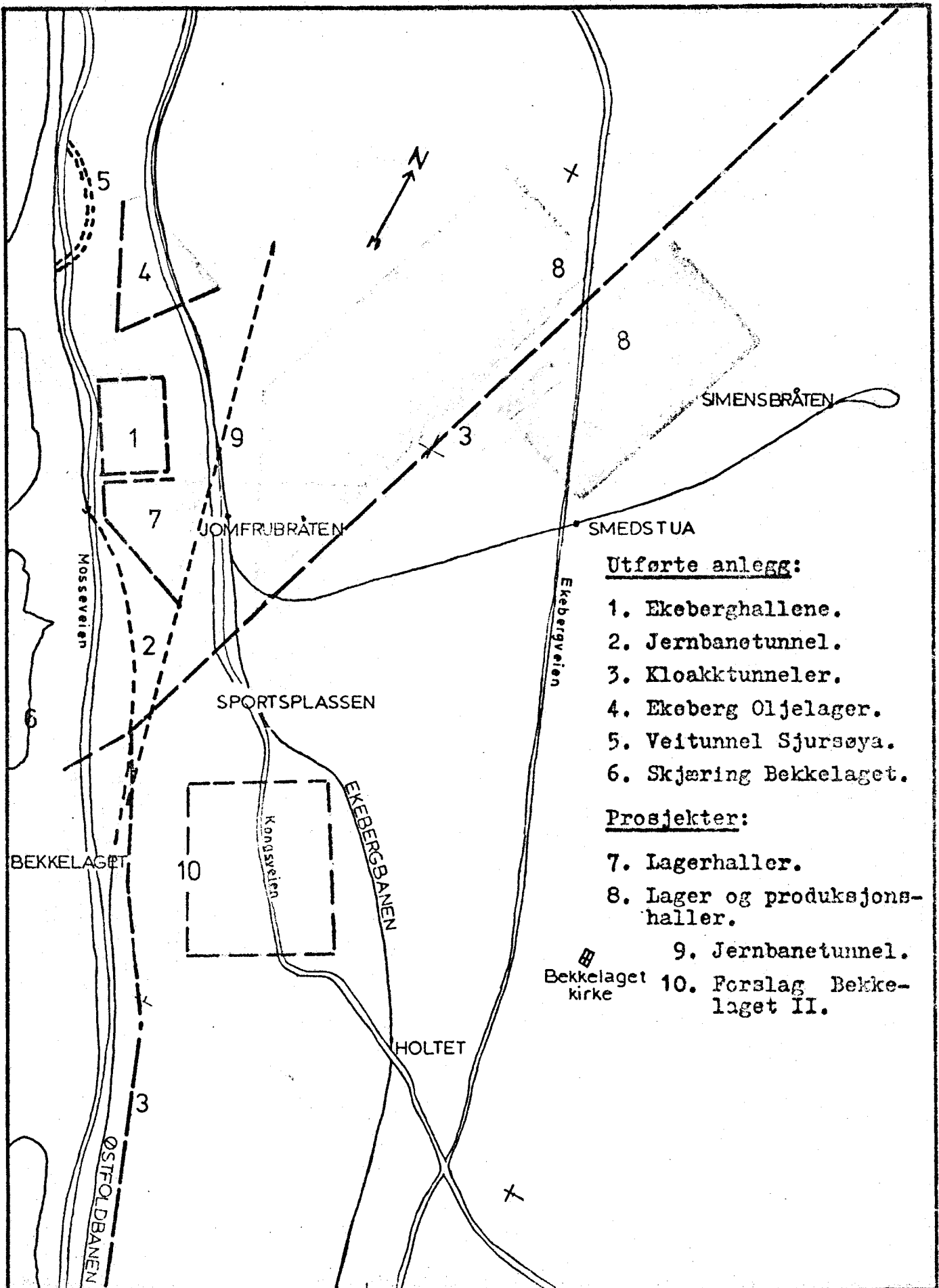


BEKKELAGET II
 FORSLAG TIL PLASSERING AV
 ANLEGGET

Målestokk 1:1000

Norges geotekniske institutt

Dato	Tegner
7/2-72	F.L.
Godkjent	
Oppdr. nr.	71622
Tegn. nr.	11



Utførte anlegg:

1. Ekeberghallene.
2. Jernbanetunnel.
3. Kloakktunneler.
4. Ekeberg Oljelager.
5. Veitunnel Sjursøya.
6. Skjæring Bekkelaget.

Prosjekter:

7. Lagerhaller.
8. Lager og produksjons-haller.
9. Jernbanetunnel.
10. Forslag Bekkelaget II.

⊞ Bekkelaget kirke

BEKKELAGET II UTFØRTE OG PROSJEKTERTE ANLEGG I EKEBERGÅSEN	Dato 7.3.72	Tegner
	Godkjent <i>135</i>	
M=1:10000	Oppdr. nr. 71622	
Norges geotekniske Institutt		Tegn. 12